



DEUTSCHES  
PATENTAMT

②① Aktenzeichen: 195 32 780.2  
②② Anmeldetag: 6. 9. 95  
②③ Offenlegungstag: 13. 3. 97

DE 195 32 780 A 1

⑦① Anmelder:

Pates Technology Patentverwertungsgesellschaft für  
Satelliten- und moderne Informationstechnologien  
mbH, 23556 Lübeck, DE

⑦④ Vertreter:

Cohausz Hase Dawidowicz & Partner, 40237  
Düsseldorf

⑦② Erfinder:

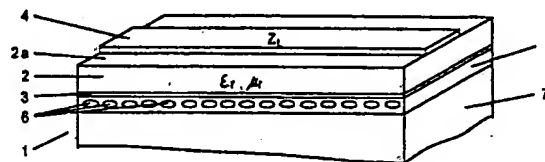
Rothe, Lutz, Dr.-Ing.habil., 06132 Halle, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 41 22 290 C1  
DE 20 10 098 B2  
DE-AS 19 64 670  
DE 43 27 375 A1  
DE 28 46 186 A1  
DE 24 44 228 A1  
GB 22 78 962 A  
US 50 23 573  
US 36 97 901  
EP 06 58 978 A1  
EP 05 01 478 A2

⑤④ Dielektrischer Wellenleiter

- ⑤⑦ Die Erfindung betrifft einen dielektrischen, insbesondere planaren oder quasiplanaren Wellenleiter (1), der mindestens eine dielektrische Materialanordnung (2) hat, wobei die dielektrische Materialanordnung (2) zumindest teilweise aus einem Material ist, dessen Permeabilität oder Permeabilitäts-Tensor und/oder Permittivität oder Permittivitäts-Tensor mittels eines das Material (2) bereichsweise durchdringenden Magnetfeldes (9) veränderbar ist und daß mindestens ein Mittel (6) zur Erzeugung von mindestens einem Magnetfeld (9) vorgesehen ist, wobei mit dem durch das Mittel (6) erzeugten Magnetfeld (9) die Permeabilität bzw. der Permeabilitäts-Tensor und/oder die Permittivität oder der Permittivitäts-Tensor der Materialanordnung (2) zumindest bereichsweise veränderbar ist.



DE 195 32 780 A 1

Die Erfindung betrifft einen dielektrischen, insbesondere planaren oder quasiplanaren Wellenleiter, der mindestens eine dielektrische Materialanordnung hat.

Als planare Wellenleitung bezeichnet man flächenhaft aufgebaute Leitungsformen, bei denen eine dielektrische Trägerplatte (Substrat) mit metallischen Leiterstrukturen beschichtet ist (Streifen- und Schlitzleitung) oder die auf einer metallischen Grundplatte dielektrische Strukturen tragen, (dielektrische Blindleitungen). In dieser Form handelt es sich um offene Leitungsstrukturen. Bei den abgeschirmten Leitungsformen befindet sich die planare Struktur in einem Abschirmgehäuse (z. B. Rechteckhohlleitergehäuse), so daß eine Abstrahlung verhindert wird. Solche geschirmten planaren Leitungen werden auch als quasi-planare Leitungen bezeichnet. Zu ihnen gehören auch die "suspended stripline" und die "Finleitungen". Bei den planaren Leitungen sind die hohen Genauigkeitsanforderungen auf die planaren Strukturen übertragen. Mit Hilfe der Fotoätztechnik lassen sich diese Anforderungen jedoch einfach, billig und genau reproduzierbar erfüllen. Hohlleitergehäuse planarer Strukturen stellen im Vergleich zu reinen Hohlleiterschaltungen wesentlich geringere Genauigkeitsanforderungen und können damit ebenfalls einfach hergestellt werden. Schaltungen in planarer oder quasiplanarer Form eignen sich daher gut für eine Serienfertigung. Die Technik planarer Schaltungen bietet im Vergleich zur Hohlleitertechnik weitere Vorteile. So lassen sich z. B. auf einer Trägerplatte mehrere planare Schaltungskomponenten platz- und gewichtssparend zu einem System integrieren. Durch die kurzen Verbindungen zwischen den einzelnen Komponenten verringern sich die Leitungsverluste und die Anzahl von Verbindungselementen und damit von Stoßstellen. Halbleiterelemente können ebenfalls einfacher eingebaut werden. Zudem haben planare Strukturen oft eine höhere Eindeutigkeitsbandbreite als Hohlleiterschaltungen.

Nachteilig bei derartigen Wellenleitern ist jedoch, daß der Leitungswellenwiderstand von den gewählten Abmessungen der Substratleiterordnungen sowie vom dielektrischen Substrat selbst abhängt und nach der Herstellung des Wellenleiters der Leitungswellenwiderstand nicht mehr veränderbar ist.

Aufgabe der Erfindung ist es daher einen dielektrischen Wellenleiter bereit zu stellen, dessen Leitungswellenwiderstand nach der Fertigstellung des Wellenleiters veränderbar bzw. einstellbar ist.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die dielektrische Materialanordnung zumindest teilweise aus einem Material ist, dessen Permeabilität oder Permeabilitäts-Tensor und/oder Permittivität oder Permittivitäts-Tensor mittels eines das Materialbereichsweise durchdringenden Magnetfeldes veränderbar ist und daß mindestens ein Mittel zur Erzeugung von mindestens einem Magnetfeld vorgesehen ist, wobei mit dem durch das Mittel erzeugte Magnetfeld die Permeabilität bzw. der Permeabilitäts-Tensor und/oder die Permittivität oder der Permittivitäts-Tensor der Materialanordnung zumindest bereichsweise veränderbar ist.

Die oben gestellte Aufgabe wird ebenfalls durch eine zweite Ausführungsform erfindungsgemäß gelöst, wobei die dielektrische Materialanordnung zumindest teilweise aus einem Material ist, dessen Permeabilität oder Permeabilitäts-Tensor und/oder Permittivität oder Permittivitäts-Tensor mittels eines das Materialbereichsweise durchdringenden elektrischen Feldes veränder-

bar ist und das mindestens ein Mittel zur Erzeugung von mindestens einem elektrischen Feld vorgesehen ist, wobei mit dem durch das Mittel erzeugten elektrischen Feldes die Permeabilität oder der Permeabilitäts-Tensor und/oder die Permittivität bzw. der Permittivitäts-Tensor der Materialanordnung zumindest bereichsweise veränderbar ist. Vorteilsmäßig liegen bei beiden erfindungsgemäßen Ausführungsformen die felderzeugenden Mittel direkt am Wellenleiter an, wobei die felderzeugenden Mittel galvanisch von den metallischen Leiterstrukturen und/oder der Grundebene des Wellenleiters getrennt sind. Durch das Verändern der Permeabilität und/oder der Permittivität bzw. der dielektrischen Eigenschaften des dielektrischen Substrats bzw. der dielektrischen Materialanordnung zwischen Grundebene und Leiterstrukturen mittels Magnetfelder oder elektrischer Felder kann der Wellenwiderstand des dielektrischen Wellenleiters abschnittsweise in Abhängigkeit der Stärke der jeweils erzeugten Felder verändert werden. Aus dem bislang passiven elektronischen Bauteile Wellenleiter wird somit vorteilsmäßig ein aktives Bauelement, bei dem mittels der felderzeugenden Mittel das Übertragungsverhalten des Wellenleiters gezielt beeinflußt werden kann.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform grenzt an den Wellenleiter eine Schicht an, wobei die Schicht die felderzeugenden Mittel aufweist. Eine besonders gute Steuerung des Leitungswellenwiderstandes des Wellenleiters ergibt sich, wenn in der angrenzenden Schicht die felderzeugenden Mittel matrix- oder rasterförmig angeordnet sind. Durch den Einsatz von mehreren felderzeugenden Mitteln ist es möglich, den Leitungswellenwiderstand genauestens für bestimmte Bereiche einzustellen.

In besonders bevorzugten Ausführungsformen sind die felderzeugenden Mittel Induktionsspulen oder Kondensatoren. Die Induktionsspulen haben dabei m Windungen, wobei die Induktionsspulen derart im Raum ausgerichtet sind, daß Teile der von den stromdurchflossenen Induktionsspulen erzeugten Magnetfelder die dielektrische Materialanordnung zumindest teilweise durchdringen. Die Induktionsspulen sind dabei vorteilsmäßig mit einer Ansteuerelektronik in Verbindung, wobei mittels der Ansteuerelektronik in jeder Induktionsspule ein Strom vorgegebbarer Stärke und Richtung einprägar ist, wodurch das von der Induktionsspule erzeugte magnetische Feldrichtungs- und betragsmäßig bestimmt ist.

Bei der Verwendung von Kondensatoren als felderzeugende Mittel ist es vorteilhaft, wenn die Richtung des elektrischen Feldvektors des mittels des Kondensators erzeugten elektrischen Feldes im wesentlichen parallel zur Strukturebene des Wellenleiters ist. Es ist jedoch auch denkbar, daß die Kondensatoren ein elektrisches Feld senkrecht zur Strukturebene des Wellenleiters erzeugen, wenn dies durch die Wahl des verwendeten dielektrischen Substrats erforderlich ist.

Besonders vorteilsmäßig ist es, wenn mittels eines derartigen dielektrischen Wellenleiters die Wellenwiderstände in zwei aneinander grenzenden Bereichen bzw. Abschnitten derartig aneinander angepaßt werden, daß sich für eine sich vom ersten Bereich zum zweiten Bereich ausbreitende Welle ein bestimmter Reflektionsfaktor  $r$  ergibt.

Es ist ebenfalls vorteilsmäßig, wenn die Länge  $L$ , die Breite  $B$  und/oder der Betrag des Wellenwiderstandes  $Z_L$  des Abschnitts bzw. Bereichs mittels der felderzeugenden Mittel einstellbar ist, derart, daß zur Einstellung

der Länge  $L$ , der Breite  $B$  und/oder des Betrags des Wellenwiderstandes  $Z_L$ , nur die felderzeugenden Mittel jeweils ein Feld vorgebarbarer Stärke erzeugen, deren Felder die dielektrische Materialanordnung des Wellenleiters im Bereich bzw. Abschnitt zumindest teilweise durchdringen.

Die dielektrische Materialordnung bzw. das dielektrische Substrat zwischen der Struktur und der Grundebe-  
ne ist dabei vorteilsmäßig aus einem gyromagnetischen oder gyroelektrischen Material, wobei der Betrag der Dielektrizitätszahl  $\epsilon_r$  der dielektrischen Materialanordnung im Bereich zwischen 3 und 5 ist, wodurch sich eine besonders gute Güte des Wellenleiters für den Mikrowellenbereich erzielen läßt. Es ist ebenfalls vorteilsmäßig, wenn die Materialanordnung eine Yttrium-Eisen-Granatschicht ist. Eine derartige Yttrium-Eisen-Granatschicht weist sich dadurch aus, daß bei Anlegen eines magnetischen Gleichfeldes sich in dem vom magnetischen Feld durchdrungenen Bereich die Permeabilität bzw. der Permeabilitäts-Tensor verändert, wodurch gleichfalls der Leitungswellenwiderstand des Wellenleiters verändert wird.

Bei der Verwendung einer Yttrium-Eisen-Granatschicht ist es vorteilhaft, wenn zwischen der dielektrischen Materialanordnung bzw. der Yttrium-Eisen-Granatschicht und der Grundebe-  
ne eine Schicht aus Gallium-Gadolinium-Granat der Dicke  $L_{ggg}$  ist. Die Grundebe-  
ne ist vorteilhaft eine Kupferschicht, die auf die der Yttrium-Eisen-Granatschicht abgewandten Seite der Gallium-Gadolinium-Granatschicht aufgetragen ist. Zwischen der dielektrischen Materialanordnung bzw. der Yttrium-Eisen-Granatschicht und der Strukturebene kann vorteilsmäßig eine Quarzschicht der Dicke  $L_q$  angeordnet sein, wobei die Strukturebene aus der Quarzschicht photolithografisch herstellbar ist. Die felderzeugenden Mittel sind vorteilsmäßig auf der der Strukturebene abgewandten Seite der Grundebe-  
ne angeordnet, wobei die felderzeugenden Mittel mittels einer isolierenden Schicht insbesondere aus einer Polystyrolschicht von der leitenden Grundebe-  
ne galvanisch getrennt sind. Die felderzeugenden Mittel können dabei vorteilsmäßig in einer Dünnschicht einliegen oder an dieser anliegen.

In einer ebenfalls bevorzugten Ausführungsform ist die Ansteuerelektronik für die felderzeugenden Mittel an der der leitenden Grundebe-  
ne abgewandten Seite der die felderzeugenden Mittel aufweisenden Dünnschicht angeordnet, wobei die Ansteuerelektronik mit den felderzeugenden Mitteln jeweils in elektrischer Verbindung ist. Eine derartige Anordnung ist besonders kompakt und kostengünstig herstellbar. Durch das direkte Anlegen der Ansteuerelektronik an die die felderzeugenden Mittel aufweisende Dünnschicht werden die Verbindungsleitungen zwischen der Ansteuerelektronik und den felderzeugenden Mitteln auf ein Minimum reduziert.

Ein derartiger Wellenleiter ist vorteilsmäßig ein magnetisch oder elektrisch steuerbares Reflektions-Dämpfungsglied. Es ist ebenfalls vorteilsmäßig als eine magnetisch oder elektrisch steuerbare Bandsperre bzw. als Filter einsetzbar. Hierbei wird der Effekt ausgenutzt, daß der Leitungswellenwiderstand eines dielektrischen Wellenleiters frequenzabhängig ist. Wird zwischen zwei Wellenleitern eine Anpassung vorgenommen, so kann dies jeweils nur für ein schmales Frequenzband erfolgen. Für Frequenzen außerhalb dieses Frequenzbandes ist eine Anpassung bislang nach Fertigung des Filters nicht mehr möglich. Durch die Möglichkeit des Verän-

derns des Wellenwiderstandes mittels der felderzeugenden Mittel kann vorteilsmäßig eine Anpassung zwischen zwei dielektrischen Wellenleitern für verschiedene Frequenzen nacheinander mit ein und demselben Wellenleiter vorgenommen werden. Somit ist es möglich mit einem Wellenleiter eine Spektralanalyse durchzuführen.

Ein derartiger Wellenleiter kann zudem z. B. vorteilsmäßig als veränderbare Querkapazität oder Serieninduktivität in einer Wellenleiteranordnung eingesetzt werden. Hierzu hat der elektrische Wellenleiter einen streifenförmigen Leiterabschnitt, der an seinen Endabschnitten eine Breite  $B_1$  und im mittleren Abschnitt die Breite  $B_2$  hat. Zur Erzeugung einer bestimmten Querkapazität oder Serieninduktivität wird mittels der felderzeugenden Mittel die effektive Breite  $B_2$  des mittleren Abschnitts entsprechend verändert. Zur Verringerung der Breite  $B_2$  werden mittels der felderzeugenden Mittel Felder vorgebarbarer Stärke erzeugt, wobei die Felder die Randbereiche der dielektrischen Materialanordnung des mittleren Abschnitts zumindest teilweise durchdringen, wodurch in den Randbereichen des mittleren Abschnitts des streifenförmigen Leiterabschnitts ein Leitungswellenwiderstand einstellbar ist, der gegen Null oder Unendlich ist.

Ebenfalls vorteilsmäßig ist es, wenn der erfindungsgemäße dielektrische Wellenleiter eine Stichleitung ist, deren Länge  $L$  mittels der felderzeugenden Mittel wie oben beschrieben veränderbar ist.

Auch ist es vorteilhaft, wenn an das Ende der Stichleitung ein weiterer Wellenleiter angrenzt, dessen Wellenwiderstand mittels der felderzeugenden Mittel veränderbar ist, derart, daß die Stichleitung bei einem Wellenwiderstand  $Z_L \rightarrow \infty$  leerläuft und bei einem Wellenwiderstand  $Z_L \rightarrow 0$  kurzgeschlossen ist.

Der erfindungsgemäße dielektrische Wellenleiter ist somit ein aktives elektronisches Bauteil, wobei mittels des veränderlichen Leitungswellenwiderstandes beliebige Einsatzmöglichkeiten gegeben sind. Mittels des ortsabhängig einstellbaren Impedanzprofils des Wellenleiters kann dieser als Reflektions-Dämpfungsglied eingesetzt werden. Dabei basiert die Dämpfung nicht auf dem Absorptionsprinzip, sondern auf der Basis dessen, daß die Intensität des rückgestreuten Feldes variiert wird und damit zusammenhängend die Intensität des transmittierten Feldes gesteuert wird.

Nachfolgend werden mögliche Ausführungsformen anhand der Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 einen dielektrischen Wellenleiter mit integrierter Induktionsebene;

Fig. 2 einen dielektrischen Wellenleiter mit integrierter Induktionsebene, wobei im mittleren Bereich die Induktionsspulen ein Magnetfeld  $H$  erzeugen;

Fig. 3 eine Querschnittsdarstellung eines handelsüblichen Streifenleiters;

Fig. 4 eine Querschnittsdarstellung durch den erfindungsgemäßen Wellenleiter;

Fig. 5 eine Querschnittsdarstellung durch einen Wellenleiter mit einer Yttrium-Eisen-Granatschicht;

Fig. 6 eine Draufsicht auf die Induktionsebene mit matrixförmig angeordneten Induktionsspulen;

Fig. 7a—7c eine Draufsicht auf einen Wellenleiter mit einem mittleren Bereich, dessen Breite durch felderzeugende Mittel variabel ist;

Fig. 8 und 9 einen dielektrischen Wellenleiter, dessen dielektrische Eigenschaften mittels eines elektrischen Feldes veränderbar sind.

Die Fig. 1 und 2 zeigen einen dielektrischen Wellen-

leiter 1, der als Mikrostreifenleitung ausgeführt ist. Der Wellenleiter 1 hat eine leitende Grundebe-  
 15 3, die an eine dielektrische Schicht 2 angebracht ist. Auf der der Grundebe-  
 3 abgewandten Seite 2a der dielektrischen Substratschicht 2 ist ein streifenförmiger Leiter 4 ange-  
 ordnet, der mittels eines photolithografischen Prozesses aufbereitet ist. Das dielektrische Substrat 2 hat eine re-  
 20 lative Permeabilität  $\mu_r$  und eine Dielektrizitätszahl  $\epsilon_r$ . An der Grundebe-  
 3 ist auf der dem dielektrischen Substrat 2 abgewandten Seite eine Dünnschicht 5 ange-  
 25 bracht, in die Induktionsschleifen 6 eingebettet sind. Die Induktionsschleifen 6 der Dünnschicht 5 sind mittels  
 nicht dargestellter Verbindungsleitungen 6c mit der An-  
 steuerelektronik 7 in Verbindung. Mittels der Ansteuer-  
 elektronik 7 können Ringströme bestimmter Stärke und  
 30 Richtung in die Ringspulen 6 eingeprägt werden. Die  
 Ringspulen 6 können zur Erzeugung eines größeren  
 Magnetfeldes H mehrere Windungen aufweisen.

Die Induktionsspulen 6 sind wie aus Fig. 6 ersichtlich  
 35 matrixförmig und parallel zur Grundebe-  
 3 angeord-  
 net, derart, daß das durch sie erzeugte Magnetfeld 9  
 durch die Grundebe-  
 3 tritt und den unmittelbar an-  
 grenzenden Bereich im Dielektrikum 2 durchdringt.  
 Hierdurch wird die dielektrische Eigenschaft des Die-  
 40 lektrikums 2 verändert, wodurch sich bereichsweise  
 der Leitungswellenwiderstand  $Z_L$  des dielektrischen  
 Wellenleiters verändert. Wie in Fig. 2 dargestellt, wird  
 der Leitungswellenwiderstand  $Z_L$  in einem mittleren  
 Bereich durch das Einprägen eines Stromes in den Spulen  
 6b verändert, wodurch sich ein von  $Z_L$  verschiedener  
 Wellenwiderstand  $Z_{LV}$  ergibt.

Die Größe der Veränderung des Wellenwiderstandes  
 45  $Z_L$  ist von der Größe des erzeugten Magnetfeldes sowie  
 von dem verwendeten Material für die dielektrische  
 Materialanordnung 2, sowie deren Abmessungen ab-  
 hängig und muß für jeden Einzelfall mittels geeigneter  
 Versuche ermittelt oder rechnerisch bestimmt werden.

In Fig. 3 ist ein dielektrischer Wellenleiter 1 abgebil-  
 50 det, wobei zwei streifenförmige Leiter 4 parallel zuein-  
 ander angeordnet sind. In Fig. 3 ist das E-Feld 8 einer  
 sich in der Mikrostreifenleitung ausbreitenden elektro-  
 magnetischen Welle dargestellt.

Die Fig. 4 zeigt eine Querschnittsdarstellung durch  
 einen erfindungsgemäßen dielektrischen Wellenleiter 1.  
 Es ist denkbar, daß die Dünnschicht 5 (Induktionsebene)  
 55 nur an bestimmten Positionen Induktionsspulen 6 zur  
 Veränderung der dielektrischen Eigenschaft des dielek-  
 trischen Substrats 2 hat. Die Induktionsspulen 6 sind  
 dabei nur an den Stellen angeordnet, an denen bestimm-  
 te Mikrostreifenleitungen der Strukturebene beeinflusst  
 werden sollen.

In Fig. 5 ist ein weiterer erfindungsgemäßer Wellen-  
 60 leiter 1 in Mikrostreifenleitungstechnik dargestellt. Der  
 Wellenleiter 1 hat einen Gallium-Gadolinium-Granat-  
 träger 11, auf dem epitaktisch eine homogene einkristal-  
 line und galliumdotierte Yttrium-Eisen-Granatschicht 2  
 erzeugt wird, die im unmagnetisierten Zustand dielektrisch  
 65 ist. Die dieser mittels Flüssigphasenepitaxie erzeugten  
 Yttrium-Eisen-Granatschicht 2 zugewandte Fläche wird  
 über die gesamte Ausdehnung dieser Beschichtung mit  
 einer Quarzschicht 10 belegt, deren der Verbundfläche  
 abgewandte Fläche homogen kupferbeschichtet wird.  
 Die von dieser Kupferbeschichtung 4 abweisende Fläche  
 des Gallium-Gadolinium-Granatträgers 11 wird in gleicher  
 Weise homogen kupferbeschichtet. Die Schichtdicke der  
 Kupferbeschichtung wird mit 17,5 Mikrometer bemessen,  
 wobei die Kupferbelegung der Quarzschicht 10 die Strukt-  
 70 urebene

4 bildet. Diese Strukturebene 4 wird photolithografisch  
 aufbereitet, so daß Streifenleiter 4 bestimmter geome-  
 75 trischer Abmessungen entstehen. Auf der der Strukt-  
 urebene 4 abgewandten Seite der Grundebe-  
 3 ist die Induktionsebene bzw. Dünnschicht 5 angeordnet,  
 wobei die Dünnschicht 5 Induktivitäten 6 in Form von Induk-  
 80 tionsschleifen 6a, 6b hat, die mittels nicht dargestellter  
 Verbindungsleitungen 6c mit einer Ansteuerungselek-  
 tronik 7 in elektrischer Verbindung sind. Die Induk-  
 tionsspulen 6a, 6b sind wie aus Fig. 6 ersichtlich, matrix-  
 85 förmig angeordnet. Zwischen der Dünnschicht 5 und der  
 Grundebe-  
 3 ist eine Polystyrolschicht 12 zur galvanischen  
 Trennung der Induktionsebene 5 und der Grunde-  
 90 ebene 3 angeordnet. Das mittels der Induktionsspulen  
 6a, 6b erzeugte Magnetfeld 9 durchdringt die Grunde-  
 ebene 3, sowie die Gallium-Gadolinium-Granatträger-  
 schicht 11 und verändert die dielektrische Eigenschaft  
 der Yttrium-Eisen-Granatschicht 2. Durch die Ände-  
 95 rung der dielektrischen Eigenschaft der Yttrium-Eisen-  
 Granatschicht 2 ändert sich in diesem Bereich der Lei-  
 tungswellenwiderstand  $Z_L$  der Streifenleitung.

Die Fig. 7a bis 7c zeigen einen dielektrischen Wellen-  
 100 leiter 1, dessen streifenförmiger Leiterabschnitt 4 in drei  
 Bereiche 13, 14 unterteilt ist, wobei die beiden Endab-  
 schnitte 13 eine Breite  $B_1$  und der mittlere Abschnitt  
 14 eine Breite  $B_2$  aufweist, mit  $B_2$  größer oder kleiner  
 105 gleich als  $B_1$ . Insbesondere im mittleren Abschnitt 14  
 sind in der Induktionsschicht 5 Induktionsspulen 6 ange-  
 ordnet, derart, daß die effektive Breite  $B_2$  des mittleren  
 Leitungsabschnittes 14b mittels der erzeugten Magnet-  
 110 felder veränderbar ist. Durch Variieren der Breite  $B_2$  ist  
 es möglich, den Wellenwiderstand  $Z_L$  des mittleren Be-  
 reichs zu variieren, wodurch es möglich ist, mittels eines  
 derartigen Wellenleiters eine Serieninduktivität  $L$   
 115 (Fig. 7b) oder eine Querkapazität  $C$  (Fig. 7c) zu erzeugen.  
 Mittels der Induktionsspulen 6 können die Lei-  
 tungswellenwiderstände  $Z_L$  der seitlichen Bereiche 14a  
 des mittleren Bereichs 14 derart eingestellt werden, daß  
 120 diese einem offenen oder kurzgeschlossenen Leitungs-  
 ende entsprechen.

Die Fig. 8 und 9 zeigen einen dielektrischen Wellen-  
 125 leiter, der eine dielektrische Substratschicht 2 hat, an  
 deren eine Seite die leitende Grundebe-  
 3 angeordnet ist und an deren Oberfläche 2a photolithografisch die  
 Strukturebene 4 hergestellt ist. An den Seiten des Wel-  
 130 lenleiters 1 sind Kondensatorplatten 6 angeordnet, mit-  
 tels derer ein elektrisches Feld 15 quer zur Ausbrei-  
 tungsrichtung der im Streifenleiter geführten Welle er-  
 zeugbar ist. Mittels des erzeugten elektrischen Feldes 15  
 135 werden die dielektrischen Eigenschaften der dielektri-  
 schen Substratschicht 2 bereichsweise verändert, wo-  
 durch sich in diesem Bereich ein neuer Wellenwider-  
 stand  $Z_{LV}$  ergibt. Die Kondensatorplatten 6 sind über  
 Schaltelemente S mit einer Spannungsquelle U in elek-  
 140 trischer Verbindung, derart, daß mittels der sich gegen-  
 überstehenden Kondensatorplattenpaare elektrische  
 Felder bestimmbarer Richtung und Größe erzeugt wer-  
 den können. Je nach Richtung und Größe des elektri-  
 schen Feldes stellt sich in dem jeweils felddurchdrungenen  
 145 Bereich ein gewünschter Leitungswellenwiderstand  
 $Z_{LV}$  ein.

#### Patentansprüche

1. Dielektrischer, insbesondere planarer oder quasi-  
 150 planarer Wellenleiter (1), der mindestens eine die-  
 lektrische Materialanordnung (2) hat, dadurch ge-  
 kennzeichnet, daß die dielektrische Materialan-

ordnung (2) zumindest teilweise aus einem Material ist, dessen Permeabilität oder Permeabilitäts-Tensor und/oder Permittivität oder Permittivitäts-Tensor mittels eines das Material (2) bereichsweise durchdringenden Magnetfeldes (9) veränderbar ist und daß mindestens ein Mittel (6) zur Erzeugung von mindestens einem Magnetfeld (9) vorgesehen ist, wobei mit dem durch das Mittel (6) erzeugten Magnetfeld (9) die Permeabilität bzw. der Permeabilitäts-Tensor und/oder die Permittivität oder der Permittivitäts-Tensor der Materialanordnung (2) zumindest bereichsweise veränderbar ist.

2. Dielektrischer, insbesondere planarer oder quasi-planarer Wellenleiter (1), der mindestens eine dielektrische Materialanordnung (2) hat, dadurch gekennzeichnet, daß die Materialanordnung (2) zumindest teilweise aus einem Material ist, dessen Permeabilität oder Permeabilitäts-Tensor und/oder Permittivität oder Permittivitäts-Tensor mittels eines das Material (2) bereichsweise durchdringenden elektrischen Feldes (15) veränderbar ist und daß mindestens ein Mittel (6) zur Erzeugung von mindestens einem elektrischen Feld (15) vorgesehen ist, wobei mit dem durch das Mittel (6) erzeugten elektrischen Feldes (15) die Permeabilität oder der Permeabilitäts-Tensor und/oder die Permittivität bzw. der Permittivitäts-Tensor der Materialanordnung (2) zumindest bereichsweise veränderbar ist.

3. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Wellenleiter (1) das felderzeugende Mittel (6) anliegt.

4. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das felderzeugende Mittel (6) galvanisch von den metallischen Leiterstrukturen (4) und/oder der Grundebene (3) des Wellenleiters (1) getrennt ist.

5. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Wellenleiter (1) eine Schicht (5) angrenzt und die Schicht (5) felderzeugende Mittel (6) aufweist.

6. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß in der angrenzenden Schicht (5) die felderzeugenden Mittel (6) matrix- oder rasterförmig angeordnet sind.

7. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das magnetfelderzeugende Mittel (6) eine Induktionsspule mit m Windungen ist, wobei die Induktionsspule derart im Raum ausgerichtet ist, daß ein Teil des von der stromdurchflossenen Induktionsspule erzeugten Magnetfeldes (9) die dielektrische Materialanordnung (2) zumindest teilweise durchdringt.

8. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Induktionsspule(n) (6) mit einer Ansteuer-elektronik (7) in Verbindung ist/sind, und mittels der Induktionsspule(n) (6) mindestens ein magnetisches Feld (9) von einer vorgebbaren Stärke und/oder Richtung erzeugbar ist.

9. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das elektrische Feld (15) erzeugende Mittel (6) ein Kondensator ist.

10. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet, daß die Richtung des elektrischen Feldvektors des mittels des Kondensators erzeugten elektrischen Feldes (15) im wesentlichen parallel zur Strukturebene des Wellenleiters (1) ist.

11. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Kondensator (6) ein Plattenkondensator ist, dessen Platten quer zur Ausbreitungsrichtung der elektromagnetischen Wellen ist.

12. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach dem Oberbegriff des Anspruch 1 oder einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Betrag des Wellenwiderstandes  $Z_L$  des Wellenleiters (1) mittels mindestens eines felderzeugenden Mittels (6) zumindest bereichs- bzw. abschnittsweise veränderbar ist.

13. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Wellenleiter (1) in einem ersten Bereich bzw. Abschnitt (13) einen Wellenwiderstand  $Z_{L1}$  hat, wobei ein sich an den ersten Bereich (13) anschließender zweiter Bereich bzw. Abschnitt (14) des Wellenleiters (1) einen mittels der felderzeugenden Mittel (6) veränderbaren Wellenwiderstand  $Z_{L2}$  hat, und mittels des zweiten Wellenwiderstands  $Z_{L2}$  ein bestimmter vorgebbarer Reflexionsfaktor  $r$  einstellbar ist, wobei sich der Reflexionsfaktor  $r$  aus dem Quotienten

$$r = \frac{Z_{L2} - Z_{L1}}{Z_{L2} + Z_{L1}}$$

errechnet.

14. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge L, die Breite B und/oder der Betrag des Wellenwiderstands  $Z_L$  des Abschnitts bzw. Bereichs mittels der felderzeugenden Mittel (6) bestimmbar bzw. einstellbar ist, derart, daß zur Einstellung der Länge L, der Breite B und/oder des Betrags des Wellenwiderstands  $Z_L$  nur die felderzeugenden Mittel (6) ein Feld (9, 15) vorgebbarer Stärke erzeugen, deren Feld (9, 15) die dielektrische Materialanordnung (2) des Wellenleiters (1) im Bereich bzw. Abschnitt zumindest teilweise durchdringen.

15. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die dielektrische Materialanordnung (2) aus einem gyromagnetischen oder gyroelektrischen Material ist.

16. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Betrag der Dielektrizitätszahl  $\epsilon_r$  der dielektrischen Materialanordnung (2) im Bereich zwischen 3 bis 5 ist.

17. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Materialanordnung (2) eine Yttrium-Eisen-Granatschicht ist.

18. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der dielektrische Wellenleiter (1) eine leitende Grundebene (3) und mindestens einen streifenförmigen Leiter (4) oder eine Strukturebene (4) hat, und zwischen der Grundebene (3) und dem strei-

fenförmigen Leiter (4) oder der Strukturebene (4) die dielektrische Materialanordnung (2) ist.

19. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der dielektrischen Materialanordnung (2) und der Grundebene (3) eine Schicht (11) aus Gallium-Gadolinium-Granat der Dicke  $L_{ggg}$  ist.

20. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der dielektrischen Materialanordnung (2) und dem streifenförmigen Leiter (4) oder der Strukturebene (4) eine Quarzschicht (10) der Dicke  $L_Q$  ist.

21. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die felderzeugenden Mittel (6) auf der dem streifenförmigen Leiter (4) abgewandten Seite der Grundebene (3) angeordnet sind.

22. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die felderzeugenden Mittel (6) mittels einer isolierenden Schicht (12), insbesondere einer Polystyrolschicht von der leitenden Grundebene (3) galvanisch getrennt sind.

23. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die felderzeugenden Mittel (6) in einer Dünnschicht (5) einliegen, an- oder aufliegen.

24. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansteuerlektronik (7) für die felderzeugenden Mittel (6) an der der leitenden Grundebene (3) abgewandten Seite der Dünnschicht (5) anliegt und mit den felderzeugenden Mitteln (6) in elektrischer Verbindung ist.

25. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Wellenleiter (1) ein magnetisch oder elektrisch steuerbares Reflektions-Dämpfungsglied ist.

26. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Wellenleiter (1) eine magnetisch oder elektrisch steuerbare Bandsperre bzw. ein Filter ist.

27. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Frequenzwert  $f_i$  der vom dielektrischen Wellenleiter (1) geführten Welle ein Wellenwiderstand  $Z_{Li}$  zuordbar und einstellbar ist, bei dem die zugeordnete Frequenz  $f_i$  nur geringfügig gedämpft und alle anderen Frequenzen  $f \approx f_i$  stärker gedämpft werden.

28. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein streifenförmiger Leiterabschnitt (4) an seinen Endabschnitten (13) eine Breite  $B_1$  und im mittleren Abschnitt (14) die Breite  $B_2$  hat, und daß zur Erzeugung einer bestimmten Querkapazität oder Serieninduktivität mittels der felderzeugenden Mittel (6) die Breite  $B_2$  des mittleren Abschnitts (14b) veränderbar ist, derart, daß zur Verringerung der Breite  $B_2$  die felderzeugenden Mittel (6) Felder (9, 15) vorgebbare Stärke erzeugen, wobei die Felder (9, 15) die Randbereiche (14a) der dielektrischen Materialanordnung (2) des mittleren Abschnitts (14) zumindest teilweise durchdringen.

29. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Wellenleiter (1) eine Stichleitung ist, deren Länge  $L$  mittels der felderzeugenden Mittel (6) veränderbar ist.

30. Dielektrischer Wellenleiter (1) nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß an das Ende der Stichleitung ein weiterer Wellenleiter (1') angrenzt, dessen Wellenwiderstand  $Z_L$  mittels der felderzeugenden Mittel (6) veränderbar ist, derart, daß die Stichleitung bei einem Wellenwiderstand  $Z_L \rightarrow \infty$  leerläuft und bei einem Wellenwiderstand  $Z_L \rightarrow 0$  kurzgeschlossen ist.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

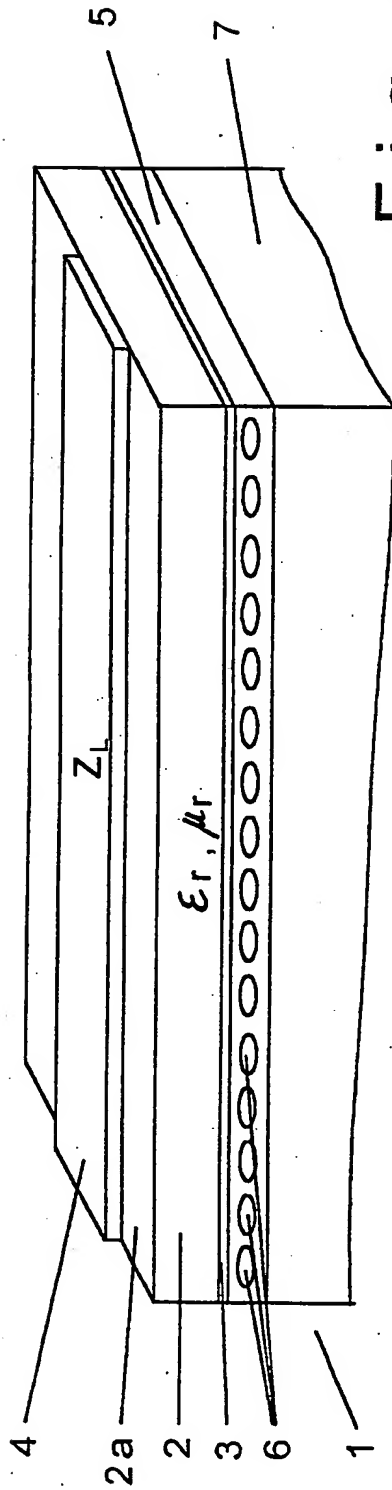


Fig. 1

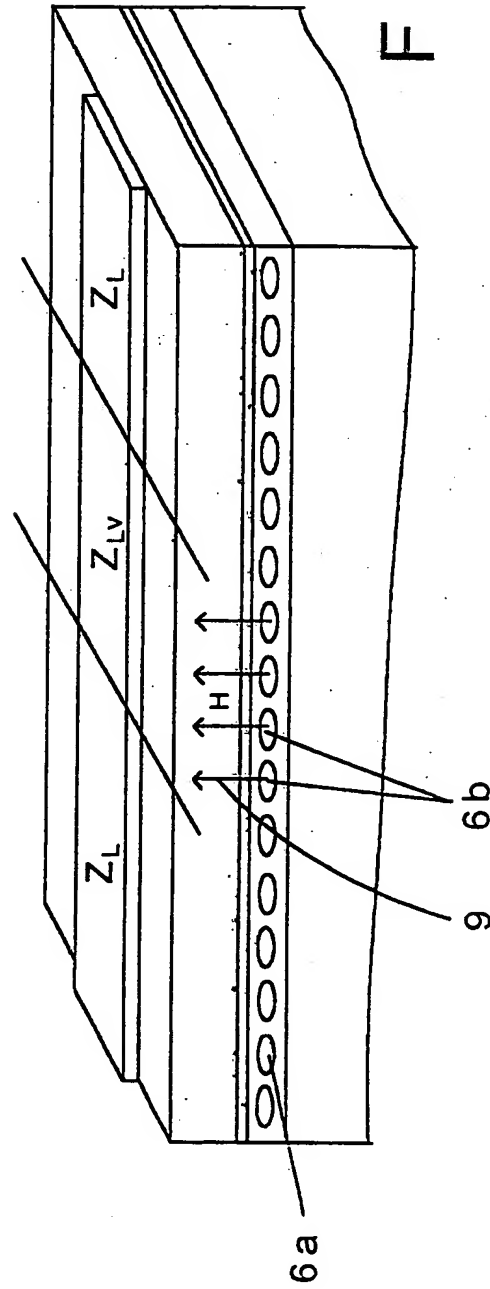


Fig. 2

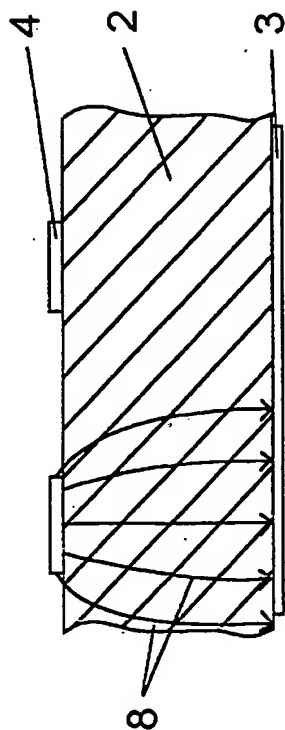
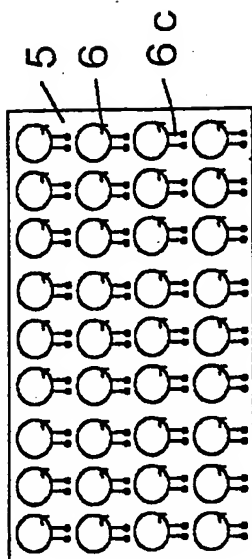


Fig. 3.



6. 9. 1. 1.

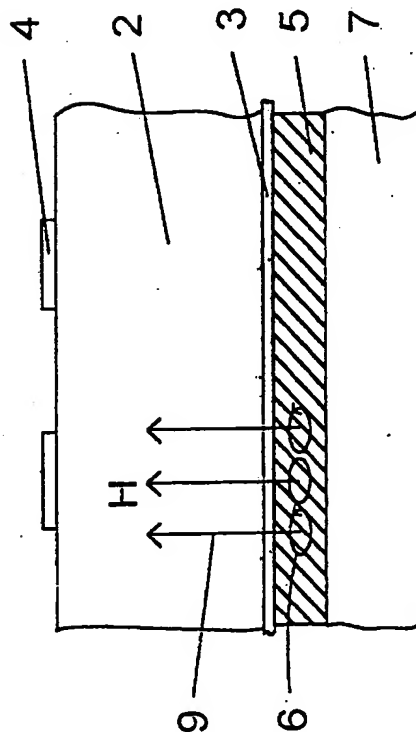


Fig. 4.

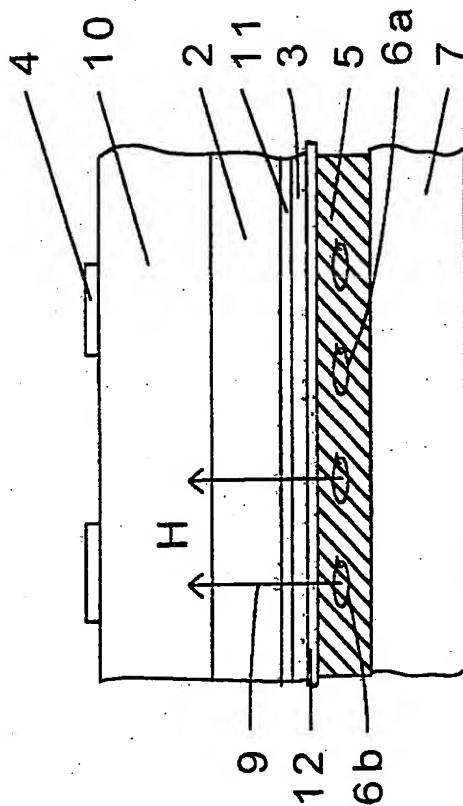


Fig. 5.

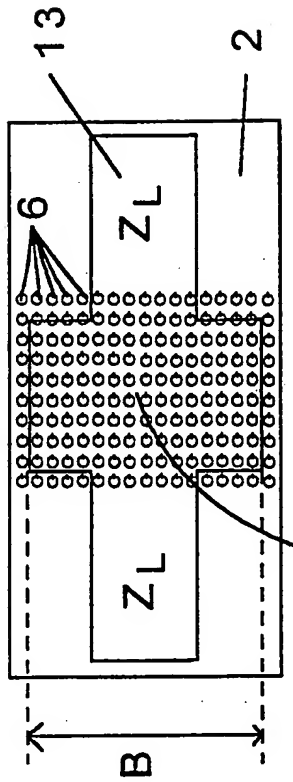


Fig. 7a

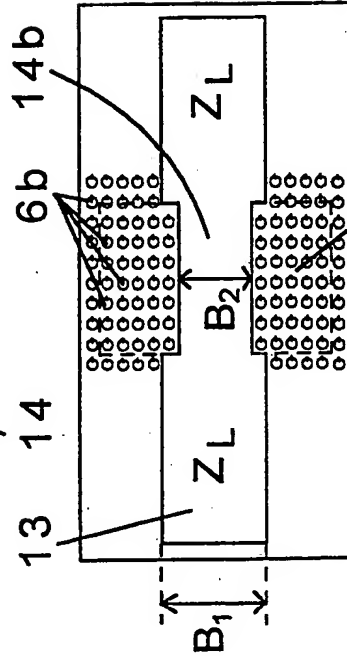


Fig. 7b

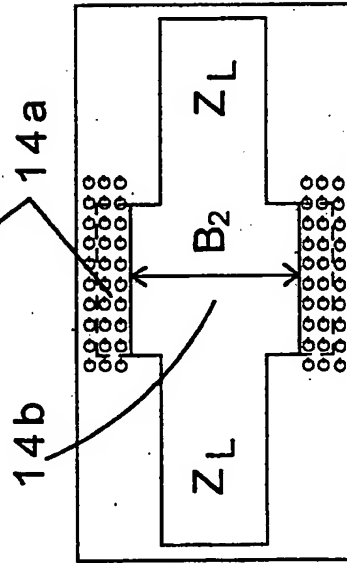
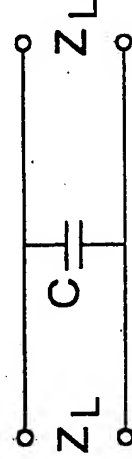
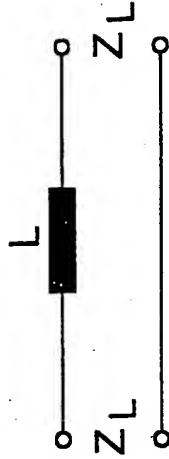


Fig. 7c



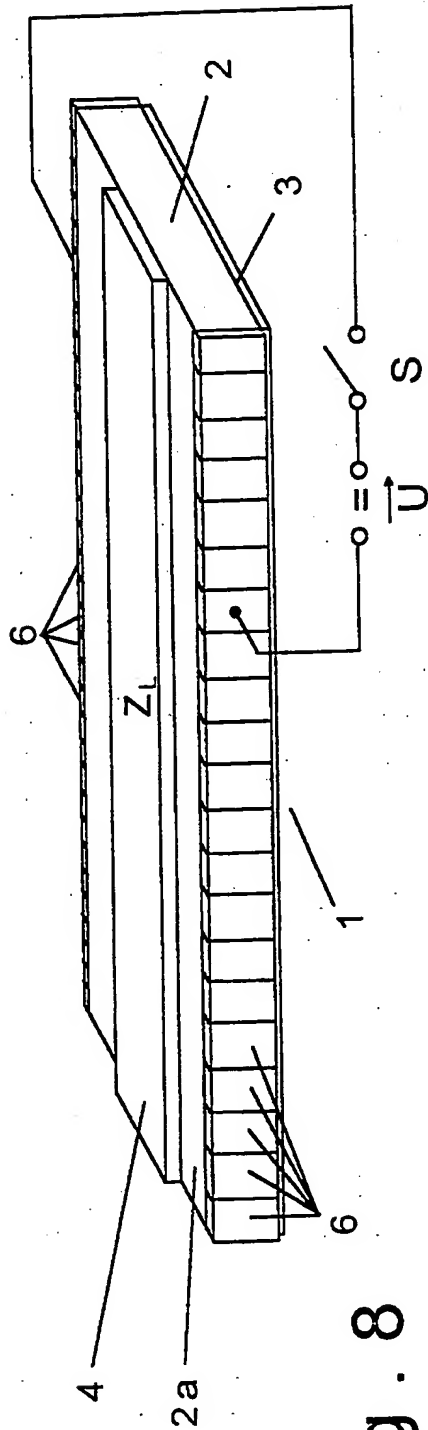


Fig. 8

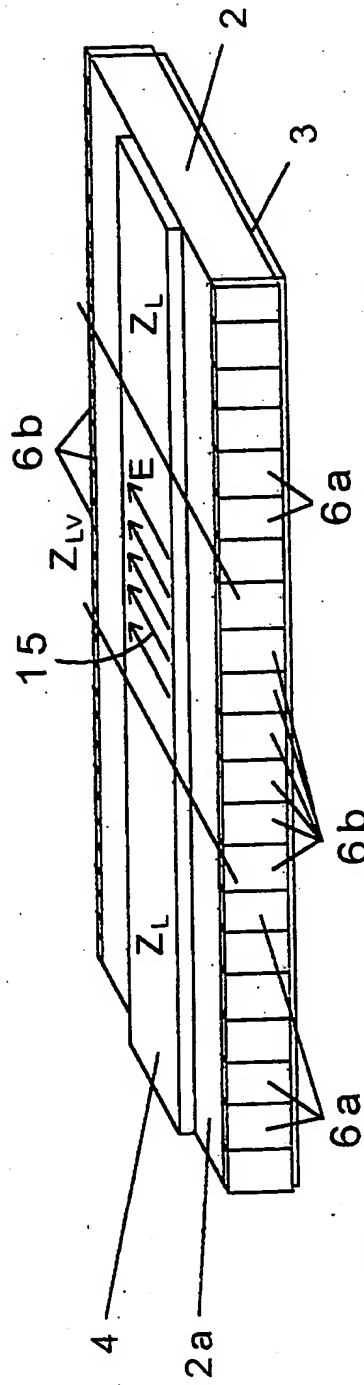


Fig. 9